

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pemerintah menitikberatkan pembangunan nasional pada sektor industri dalam rangka pembangunan jangka panjang. Hal ini membuat banyaknya industri kimia di Indonesia berkembang cukup baik. Oleh karenanya, pemerintah terus berupaya untuk membangun industri kimia guna memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri, menciptakan lapangan pekerjaan, pemanfaatan sumber daya alam, dan memungkinkan menghasilkan devisa bagi negara dengan adanya produk ekspor. Salah satu bahan kimia yang terpenting dalam industri kimia adalah asetaldehida.

Asetaldehida adalah bahan yang mempunyai kegunaan yang sangat luas dalam industri kimia. Lebih dari 90% produk ini digunakan dalam industri sebagai bahan untuk menghasilkan produk kimia yang lain, misalnya sebagai bahan baku pembuatan asam asetat, 2-etil heksanol, pentaeritritol, n-butanol, krotonaldehida, trimetil propana, piridin, kloral, 1-3 butilen glikol, asetat anhidrida, dan asam laktat. Asetaldehida dengan rumus molekul CH_3CHO adalah salah satu senyawa aldehida yang mempunyai sifat cairan, berbau tajam, dan tidak berwarna, mudah terbakar dan dapat bercampur dengan air (Mc.Ketta, 1977).

Begitu banyak kegunaan asetaldehida yang menjadikannya sebagai senyawa yang penting. Tetapi, sangat disayangkan karena kebutuhan asetaldehida dalam negeri masih mendapat pasokan dari luar negeri. Oleh sebab itu, dengan didirikannya pabrik asetaldehida ini diharapkan mampu memberikan berbagai keuntungan, antara lain:

1.1.1. Mengurangi pengeluaran devisa negara

Dengan adanya pabrik asetaldehida ini, diharapkan kebutuhan asetaldehida dalam negeri bisa lebih terpenuhi dan mengurangi pasokan dari luar negeri. Sehingga mengurangi anggaran untuk membeli asetaldehida dari luar. Begitu juga dapat membantu industri kecil yang menggunakan asetaldehida untuk mendapatkan asetaldehida dengan harga yang lebih murah. Jika produksi

asetaldehida dalam negeri sudah dapat terpenuhi dan mungkin berlebih, maka asetaldehida ini juga bisa diekspor sebagai sumber devisa negara.

1.1.2. Membuka lapangan pekerjaan

Setelah pabrik asetaldehida didirikan, akan dibutuhkan begitu banyak tenaga kerja dari semua bidang. Hal ini dapat mengurangi jumlah pengangguran dalam negeri. Juga dapat membantu dalam pemerataan ekonomi.

1.1.3. Memanfaatkan bahan baku etanol yang mudah didapatkan di dalam negeri.

Di Indonesia khususnya pulau Jawa bahan baku etanol mudah didapatkan, sehingga dapat mengurangi angka pengeluaran jika dibandingkan dengan membeli bahan baku di luar negeri.

1.2.Kapasitas Perancangan Pabrik

Pemilihan kapasitas perancangan pabrik asetaldehida didasarkan pada pertimbangan- pertimbangan berikut :

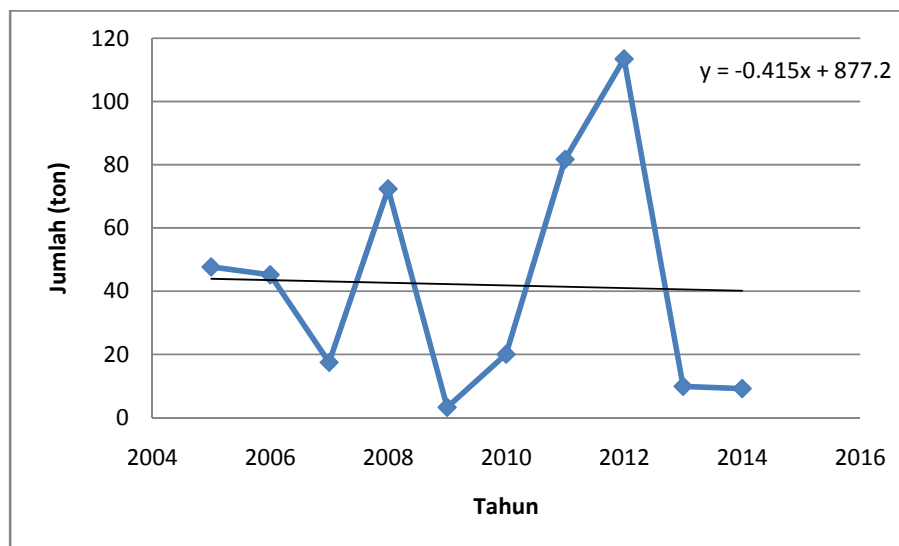
1.2.1. Proyeksi kebutuhan asetaldehida di Indonesia dari tahun ke tahun.

Kebutuhan asetaldehida di Indonesia masih mengandalkan impor dari luar negeri. Data statistik impor asetaldehida dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut:

Tabel 1.1. Data statistik impor asetaldehida di Indonesia (BPS, 2014)

No.	Tahun	Jumlah (Kg)
1.	2005	47.681
2.	2006	45.185
3.	2007	17.479
4.	2008	72.372
5.	2009	3.268
6.	2010	20.058
7.	2011	81.711
8.	2012	113.472
9.	2013	9.900
10.	2014	9.197

Dari data di atas, maka didapatkan grafik impor asetaldehida tiap tahun



Gambar 1.1. Data impor asetaldehida di Indonesia

Dari grafik di atas, diperoleh hasil regresi untuk menghitung kapasitas kebutuhan asetaldehida pada tahun 2020.

$$\begin{aligned}y &= -0,4156x + 877,24 \\&= (-0,4156 \cdot 16) + 877,24 \\&= 870,5904\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan asetaldehida pada tahun 2020 sebanyak 870,5904 ton.

1.2.2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asetaldehida adalah etanol. Etanol cukup banyak tersedia di Indonesia. Etanol dapat diperoleh dari PT. Indo Acidatama, Surakarta dan PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) X, Mojokerto. Dengan adanya pabrik etanol tersebut, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan baku pabrik asetaldehida ini.

1.2.3. Kapasitas minimal pabrik

Kapasitas pembangunan pabrik harus disesuaikan dengan kapasitas minimal pabrik yang dapat memberikan keuntungan. Dari literatur diperoleh kapasitas pabrik yang sudah ada dan mampu memberikan keuntungan yaitu:

Tabel 1.2. Kapasitas produksi asetaldehida di Amerika Serikat (Mc. Ketta, 1977)

Produsen	Lokasi	Kapasitas (ton/ tahun)
<i>Celanese</i>	<i>Bishop, Texas</i>	551.000
	<i>Bay City, Texas</i>	528.960
	<i>Clear lake City, Texas</i>	1.102.000
	<i>Pampa, Texas</i>	22.040
<i>Eastman</i>	<i>Longview, Texas</i>	1.120.000
<i>Publicker</i>	<i>Philadelphia, Pennsylvania</i>	154.280
<i>Union Carbide</i>	<i>West Virginia, Texas</i>	1.482.600
Lain-lain		44.080
Total		4.936.960

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka kapasitas pabrik yang direncanakan akan dibangun sebesar 30.000 ton/tahun. Dengan demikian diharapkan dapat memenuhi kebutuhan asetaldehida di dalam maupun di luar negeri.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat berpengaruh untuk keberhasilan dan kelangsungan hidup suatu industri, baik dari segi teknis maupun ekonomis, juga dapat memungkinkan untuk pengembangan di masa yang akan datang. Banyak faktor yang dipertimbangkan dalam memilih lokasi pabrik. Pendirian pabrik direncanakan di Kawasan Industri Gresik. Lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 1.2.

Pertimbangan-pertimbangan yang akan diambil untuk lokasi ini adalah sebagai berikut:

1.3.1. Sumber bahan baku

Bahan baku adalah faktor utama dalam penentuan lokasi pabrik. Pabrik asetaldehida akan didirikan di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur, karena dekat dengan sumber bahan baku yaitu etanol. Bahan baku etanol diperoleh dari PT.

Indo Acidatama, Surakarta dimana kapasitas produksinya sekitar 50.000 kilo liter/tahun (PT Indo Acidatama, 2015) dan PT Perkebunan Nusantara (PTPN) X, Mojokerto dengan kapasitas produksi etanolnya 30.000 kilo liter/tahun (Rekohadi, 2013). Dengan tersedianya bahan baku etanol yang relatif besar diharapkan kebutuhan bahan baku ini bisa terpenuhi.

1.3.2. Pemasaran

Dengan berdirinya pabrik asetaldehida di Gresik, Jawa Timur, maka pemasaran produk akan lebih mudah sampai ke konsumen, yaitu pabrik-pabrik yang menggunakan asetaldehida sebagai bahan baku, baik yang berlokasi di Jawa maupun di luar Jawa dan diharapkan kebutuhan akan asetaldehida bisa tercukupi, juga membuka kesempatan berdirinya industri-industri lain yang menggunakan asetaldehida sebagai bahan baku. Asetaldehida merupakan bahan baku *glue* atau perekat pada industri kayu lapis, parasetaldehida, plastik asetol, dan lain-lain. Produk yang dihasilkan haruslah sesuai dengan permintaan pasar yang akan membeli produk tersebut, baik dari segi kualitas produk, harga, bentuk dan sebagainya yang semua itu harus terpenuhi.

1.3.3. Transportasi

Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang, terutama untuk penyediaan bahan baku, pengangkutan produk, dan pemasaran. Wilayah Gresik yang berada di Jawa Timur merupakan kawasan industri, dengan transportasi darat, laut, dan udara sudah tersedia. Adanya sarana transportasi ini, maka hubungan antar daerah tidak akan mengalami hambatan.

1.3.4. Fasilitas Air

Pabrik yang akan didirikan harus dekat dengan sumber air. Di Kawasan Industri Gresik dapat diperoleh air yang cukup untuk keperluan pabrik, baik untuk utilitas maupun keperluan pabrik lainnya. Ketersediaan air sebagai air bahan baku maupun air proses telah tercukupi dari sumber-sumber air yang ada di sekitar Kawasan Industri Gresik. Adanya Sungai Bengawan Solo dan Kali Lamong membuat kebutuhan air untuk pabrik sangat tercukupi.

1.3.5. Tenaga Kerja

Banyaknya penduduk di Pulau Jawa menyebabkan banyaknya orang yang membutuhkan pekerjaan. Dengan pendirian pabrik ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru, sehingga mengurangi pengangguran di Indonesia, terutama di Kawasan Industri Gresik. Tenaga kerja dapat diperoleh dari masyarakat, khususnya sekitar pabrik dan umumnya Pulau Jawa. Kawasan Gresik merupakan kawasan industri yang dapat menunjang tenaga kerja ahli dan tenaga kerja biasa.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam proses pembuatan asetaldehida

Secara komersial asetaldehida dapat diproduksi dengan proses-proses berikut ini (Mc. Ketta, 1977) :

- Dehidrasi Asetilena

Pembuatan asetaldehida dengan proses ini membutuhkan asam sulfat dan merkuri sulfat sebagai katalis.



Asetilena dengan kemurnian tinggi (minimal 97%) dan *recycle* gas asetilena yang mengandung C_2H_2 diumpankan ke dalam reaktor bersama-sama dengan *steam*. Katalis terdiri atas larutan garam merkuri (0,5-1%), asam sulfat (15-20%), ferro dan ferri (2-4%) dan air, suhu dijaga 90-95°C dan tekanan 1-2 atm, konversi per *pass* 55%. Asetilena yang tidak bereaksi dikompresi dan dibersihkan dengan cara penyerapan dengan *scrubber column* sebelum *direcycle* ke reaktor.

Pemurnian asetaldehida dilakukan dengan cara destilasi, proses ini dikenal dengan nama *German process*. Modifikasi proses ini dikembangkan oleh *Chisso Process*. Dalam proses ini suhu proses lebih rendah dan tanpa menggunakan *recycle* asetilena. Proses ini menggunakan asam sulfat yang merupakan komponen aktif dan korosif, sehingga ketahanan alat terhadap korosi harus diperhatikan. Merkuri selain harganya mahal juga komponennya beracun oleh karena itu penanganan masalah dan pengaruhnya terhadap bahaya yang ditimbulkan dapat ditanggulangi, juga penanganan asetilena yang mempunyai relativitas tinggi.

- Oksidasi hidrokarbon jenuh

Produk asetaldehida dari oksidasi butana, propana atau campurannya dalam fase uap non katalitik dikomersilkan oleh *Celanese Corporation*. Hidrokarbon, udara, dan gas *recycle* dicampur dan dipanaskan dalam *furnace* sampai 370°C yang selanjutnya diumpankan ke dalam reaktor. Gas hasil reaksi didinginkan dan mempunyai kadar 12 – 14%. Pemurnian dengan destilasi, ekstraksi sederhana dan pemisahan secara *ekstraktif azeotropic*. Proses ini tidak terlalu berkembang karena tidak terlalu selektif dan membutuhkan *system recovery* yang kompleks dari banyaknya hasil samping yang terjadi, antara lain: formaldehida, metanol, aseton, propanol, butanol dan C5 – C7 alkohol.

- Oksidasi Etilena



Reaktor yang digunakan adalah *vertical ceramic line vessel* yang beroperasi pada suhu 125 – 130°C dan tekanan 3 atm. Etilena 99,5% beserta gas *recycle* diumpankan ke dalam reaktor dengan kandungan oksigen dalam campuran dibatasi maksimal 9%. Gas hasil reaksi dimasukkan dalam *separator vessel*, gas sisa dikembalikan ke reaktor dan sebagian kecil dibuang sebagai *exhaust gas*.

Residu mengandung 8–10% asetaldehida di masukkan ke dalam kolom destilasi dan hasil bawah kolom destilasi diumpankan dalam kolom final untuk diambil asetaldehida.

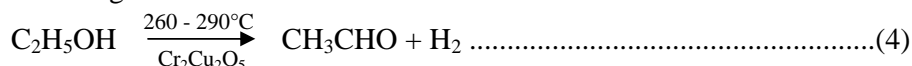
- Dari etanol

- Oksidasi etanol



Campuran uap etanol dan udara di masukkan ke dalam reaktor *fixed bed* dengan katalis Ag pada suhu 350–500°C tekanan 1–3 atm. Alkohol yang tidak bereaksi *direcycle* sebagai umpan reaktor. Pada proses ini *yield* asetaldehida sebesar 85–95% dan konversi terhadap etanol 25–35%.

- Dehidrogenasi etanol



Etanol diuapkan dan direaksikan pada reaktor *fixed bed* dengan katalis $\text{Cr}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$ pada tekanan atmosferis dan temperatur 260–290°C. Asetaldehida diperoleh dengan konversi 30–50% dan *yield* 80%.

Dari uraian-uraian pembuatan asetaldehida di atas, maka proses yang dipilih adalah dehidrogenasi etanol. Pertimbangan pemilihan proses tersebut adalah prosesnya cukup ekonomis karena harga etanol yang relatif murah dan beroperasi pada tekanan rendah.

1.4.2. Kegunaan produk

Asetaldehida merupakan produk yang banyak digunakan untuk memproduksi produk turunannya. Asetaldehida dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan asam asetat, asetat anhidrida, etil asetat, butil aldehida, krotonaldehida, piridin, asam pirasetat dan vinil asetat. Dapat juga digunakan sebagai pelarut dalam produksi karet, penyamakan kulit, dalam industri kertas, bahan pengawet buah dan ikan, sebagai bahan tambahan rasa, sebagai zat yang digunakan dalam denaturasi alkohol, dan dalam komposisi bahan bakar (Neramittagapong.dkk, 2007).

1.4.3. Sifat fisika dan sifat kimia bahan baku dan produk

1.4.3.1. Sifat fisika dan sifat kimia bahan baku etanol

- Sifat-sifat fisika (Perry, 2008) :

Rumus molekul	: C_2H_5OH
Sifat	: <i>flammable</i> (mudah terbakar)
Warna	: tidak berwarna (jernih)
Wujud	: cairan
Berat molekul, (gram/mol)	: 46.07
Titik didih (1 atm), ($^{\circ}C$)	: 78.4
Titik lebur, ($^{\circ}C$)	: -112
Densitas $25^{\circ}C$, (kg/m^3)	: 785,3 - 809
Panas penguapan, (kkal/gram)	: 200,6
Viskositas $20^{\circ}C$, (cp)	: 1.17

- Sifat-sifat kimia (Kirk-Othmer, 1952) :

Sifat kimia dari etanol pada umumnya berkaitan dengan gugus hidroksilnya. Contoh dari sifat kimia tersebut adalah terjadinya reaksi kimia, diantaranya: reaksi dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, dan esterifikasi. Atom hidrogen pada gugus hidroksil dapat diganti dengan logam aktif seperti natrium,

kalium, dan kalsium membentuk etoksida logam dengan melepaskan gas hidrogen:

- Atom hidrogen dari gugus hidroksil dapat diganti dengan metal aktif membentuk metal etoksida.



Reaksi antara alkohol dan NaOH membentuk natrium etoksida.



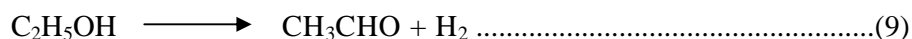
- Beradisi dengan asetilena membentuk etil vinil eter.



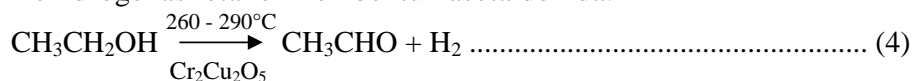
- Bereaksi dengan asam organik dan asam anorganik membentuk ester.



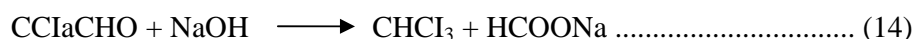
- Etanol dapat langsung membentuk etil asetat dengan melalui asetaldehida yang kemudian dikondensasikan.



- Dehidrogenasi etanol membentuk asetaldehida.



- Etanol bereaksi dengan natrium hipoklorit membentuk kloroform.



1.4.3.1. Sifat fisika dan sifat kimia produk asetaldehida

- Sifat-sifat fisika (Perry, 2008) :

Rumus molekul	: CH_3CHO
Wujud	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 44,05
Titik didih, ($^\circ\text{C}$)	: 20,2
Titik lebur, ($^\circ\text{C}$)	: -123,5
Densitas 20 $^\circ\text{C}$, (kg/cm^3)	: 783

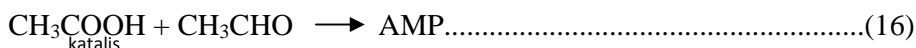
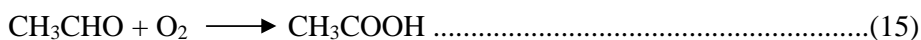
Viskositas pada 20°C, (10⁻⁶ Pa.s) : 222

- Sifat-sifat kimia (Kirk-Othmer, 1952) :

Reaksi oksidasi, reduksi, kondensasi, polimerisasi, dan adisi adalah contoh-contoh reaktivitas dari asetaldehida. Hal ini karena asetaldehida adalah senyawa reaktif yang banyak digunakan di bidang manufaktur.

- Oksidasi

Oksidasi asetaldehida fase cair dengan udara (oksigen) merupakan reaksi yang penting dalam industri. Kebanyakan asam asetat banyak diproduksi melalui cairan ini. Reaksi oksidasi adalah reaksi rantai dimana asam perasetat dihasilkan dan kemudian bereaksi dengan asetaldehida untuk menghasilkan asam asetat melalui monoperasetat (AMP).



- Reduksi

Reduksi terhadap gugus karbonil (C=O) menjadi alkohol mudah terjadi. Banyak jenis katalis yang mungkin digunakan, diantaranya platina dan asam kloroformiat atau dari amonium kloroformiat, paladina.

- Reaksi kondensasi

Larutan basa encer menyebabkan asetaldehida mengalami aldol kondensasi menjadi asetadol. Aldol kondensasi adalah reaksi yang sangat umum dalam asetaldehida.

Asetakiol adalah *intermediet* penting dalam pembuatan butil aldehida 1,3-butanol melalui asetaldehid dan juga dalam pembuatan 1,3-butanediol. Juga reaksi yang penting adalah aldol asetaldehida dengan formaldehida berlebihan yang merupakan bagian dari pembuatan pentaritriol C(CH₂OH)₄ secara komersial.

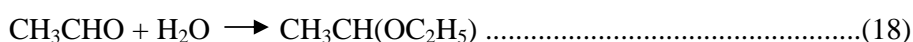
- Polimerisasi

Sedikit asam mineral akan mengkatalisasi *rimetrisasi* aldehida menjadi garaldehida pada suhu ruang. Jika asetaldehida dititrasi dengan HCl kering pada suhu rendah *tetramer*, metaset aldehida atau metaldehida akan terbentuk.

Kemudian akan berubah kembali menjadi asetaldehida dan paraldehida dengan membiarkannya pada suhu 60-65°C selama beberapa hari. Peristiwa ini dinamakan depolimerisasi. Depolimerisasi akan sempurna dengan pemanasan pada tabung *seal*.

- Reaksi Adisi

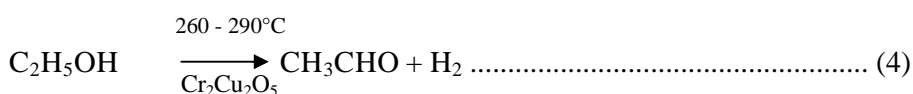
Meskipun sedikit asetaldehida (kecuali kloral dan halogenase aldehida yang lain) yang membentuk hidrat yang dapat diisolasi, suatu larutan encer asetaldehida mengandung hidrat asetaldehida (gem-diol) dalam keseimbangannya.



Dengan cara yang sama asetaldehida sedikit terbentuk dari reaksi dengan glikol dan dengan senyawa polihidraksi yang lain. Reaksi adisi merkaptal terhadap asetaldehida akan membentuk merkaptal $(\text{CH}_3\text{CHCSR})_2$ yang sulfat analog dengan asetil juga dibuat dengan mereaksikan asetaldehida dengan alkohol pada fase uap tanpa katalis.

1.4.4. Tinjauan Proses

Asetaldehida secara komersial dapat dibuat dengan dehidrogenasi etanol fase uap. Dehidrogenasi merupakan proses pelepasan atom H dari ikatan dalam etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) dalam bentuk gas H_2 , sehingga didapatkan produk yang lebih reaktif berupa asetaldehida dengan rumus molekul CH_3CHO .



Etanol diuapkan dan direaksikan di atas katalis krom dan tembaga pada tekanan atmosfer dengan suhu 260-290°C. Pada suhu tersebut kondisi reaktan adalah fase gas maka digunakan reaktor jenis *fixed bed*. Pada reaksi ini digunakan bahan baku etanol murni yang banyak terdapat di pasaran berupa etanol dengan kadar minimal 95% yaitu etanol yang diproduksi dari pabrik-pabrik yang ada di Indonesia.

Proses pembuatan asetaldehida dibagi dalam 3 tahap, yaitu :

1. Penyiapan bahan baku.
2. Proses reaksi dehidrogenasi.
3. Pemurnian produk.